动 物 学 研 究 1992, 13(4):305—311
Zoological Research

ISSN 0254—5853
CN 53—1040/Q

三种叶猴脊神经丛的比较研究*

叶智彰 潘汝亮 彭燕章 王 红 俞发宏

（中国科学院昆明动物研究所 650107）

摘要 本文首次报道3种叶猴脊神经丛的组成，并与其他灵长类作了比较研究。结果表明：颈丛由C_{1-4}组成，多数标本不存在枕小神经和多数标本存在舌下袢；臂丛由C_4—T_2组成，形成典型的三干三索结构，后索形成两个神经袢；腰骶丛由L_{2-7}和S_{1-2}组成，存在闭股神经和耻坐股神经，与猴超科共同特征相一致。

关键词：黑叶猴，菲氏叶猴，银叶猴，脊神经丛，神经

灵长类的脊神经丛通常分为颈丛、臂丛和腰骶丛。各个神经丛的组成和演化与肌肉的演化直接相关。灵长类在演化过程中经历了树栖、地栖和直立生活3个阶梯，形成了攀爬型、跳跃型、四足型、半臂摆荡型，臂摆荡型和两足型等6种主要运动类型。由于运动方式不同，肌肉也发生了相应的变化。树栖攀缘生活促使了上肢肌特别是肩带肌的飞跃发展和手肌的分化逐步完善，与此相关的臂丛神经也产生了相应的变化。所以，深入研究猿猴类各神经丛的演化的全貌，对探索灵长类的进化具有重要意义。

有关灵长类脊神经丛的研究已有不少报道，但亚洲疣猴类仅Ayer（1948）对长尾叶猴和我们对金丝猴属的脊神经丛作过研究（刘瑞麟等，1982；叶智彰等，1983，1987）。在上述工作的基础上，我们对黑叶猴、菲氏叶猴和银叶猴的脊神经丛进行了解剖观察，并与其他灵长类作了比较，进而探讨它们在灵长类脊神经丛的演化全貌中所处的地位。

材 料

本研究用解剖标本共18只，其中黑叶猴（*Presbytis francoisi*）10只（7♂♂，3♀♀），产自广西；菲氏叶猴（*P. phayrei*）6只（2♂♂，4♀♀），产自云南；银叶猴*P. cristatus* 2只（♀♀），产自越南。共观察了3种叶猴的颈丛、臂丛和腰骶丛各36个。

结 果

1.颈丛（plexus cervicalis）（图1） 黑叶猴、菲氏叶猴和银叶猴的颈神经丛由第1—4颈神经（C_{1-4}）腹侧支组成。神经丛的结构较简单，由各腹侧支之间上下相连

* 国家自然科学基金资助项目。
本文1991年6月28日收到，同年11月1日修回。

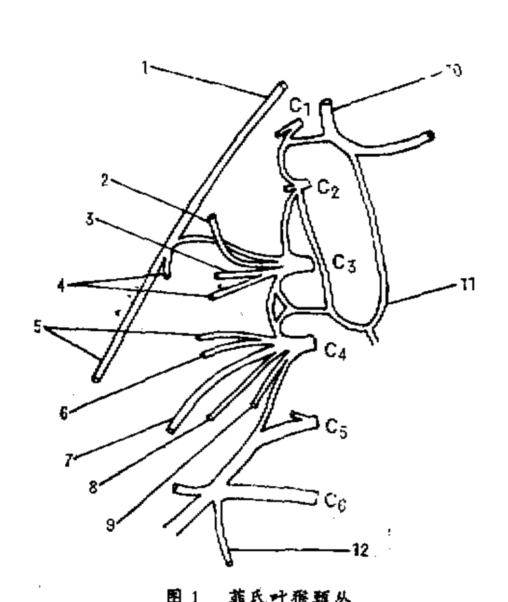


图1 菲氏叶猴颈丛
Fig. 1 Cervical plexus of *Presabytis phayrei*
1.副神经 2.耳大神经 3.颈皮神经 4.胸锁乳突肌支 5.至斜方肌 6.前寰肩胛肌支 7.锁骨上神经 8.后寰肩胛肌支 9.前锯肌支 10.舌下神经 11.舌下袢 12.膈神经

而成神经袢，并由神经袢或神经根发出如下皮支和肌支：（1）枕小神经，由$C_{2、3}$组成，仅见于2例黑叶猴和1例银叶猴中；（2）耳大神经，由$C_{2、3}$组成；（3）颈皮神经，由$C_{3、4}$组成，但在1例黑叶猴和1例菲氏叶猴中仅由C_3组成；（4）锁骨上神经，由$C_{3、4}$组成；（5）到颈深肌群的短肌支，来自C_{1-4}；（6）胸锁乳突肌支，来自$C_{2、3}$；（7）斜方肌支，来自$C_{3、4}$；（8）前寰肩胛肌支，来自$C_{3、4}$；（9）后寰肩胛肌支，来自$C_{3、4}$；（10）前锯肌支，来自C_4；(11) 膈神经，来自C_{3-6}；(12) 舌下袢，由C_{1-3}或C_{1-4}组成，仅1例黑叶猴缺乏。

2.臂丛 (plexus brachialis)（图2）

3种叶猴的臂神经丛由第4颈神经至第2胸神经（C_4—T_2）的腹侧支组成，但在3例黑叶猴和2例菲氏叶猴中缺乏来自C_4的纤维。分为根、干、索3段。上干由C_{4-6}或C_{5-6}组成，下干由C_8—T_2组成，而C_7单独成为中干。外侧索由上、中干的腹侧支组成，内侧索由下干的腹侧支组成，后索由上、中、下干的背侧支组成。臂丛的组成形式属于典型的三干三索结构，只是代表后索的为3条背侧支远端互相连结成两个神经袢，即颅侧神经袢和尾侧神经袢。

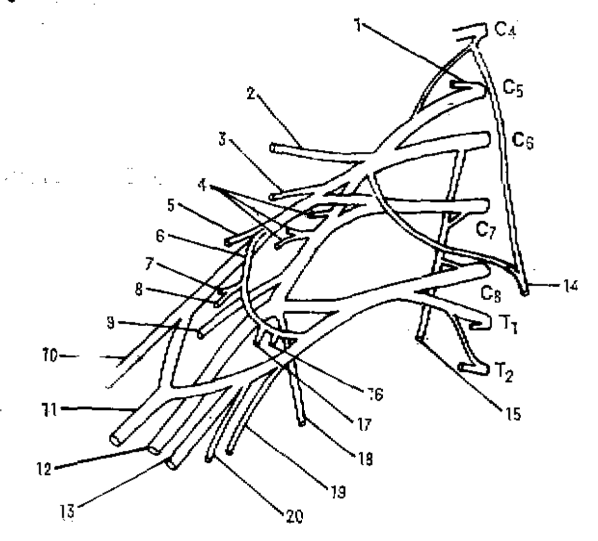


图2 黑叶猴臂丛
Fig. 2 Brachial plexus of *Presbytis francoisi*
1.肩胛背神经 2.肩胛上神经 3.锁骨下肌神经 4.肩胛下神经 5.至胸大肌 6.胸前神经袢 7.至胸大肌 8.至胸小肌 9.腋神经 10.肌皮神经 11.正中神经 12.桡神经 13.尺神经 14.膈神经 15.胸长神经 16.至肌质膜肌 17.至胸腹肌 18.胸背神经 19.前臂内侧皮神经 20.臂内侧皮神经

臂丛的根、干、索都发出分支。根的分支有：1.到颈长肌和斜角肌的短肌支；2.膈神经支；3.肩胛背神经，来自C_5；4.胸长神经，来自C_{6-7}或C_{6-8}。干的分支有：5.锁骨下肌神经，来自C_{5-6}，由上干分出；6.肩胛上神经，来自C_{4-6}或C_{5-6}，由上干分出。索的分支有：外侧索发出；7.2条胸前外侧神经，其中1条直接支配胸大肌，另1条参加胸前神经袢；8.肌皮神经，来自C_{5-7}；9.正中神经，由内、外侧索参加组成。内侧索发出：10.胸前内侧神经，参加胸前神经袢；11.臂内侧皮神经；12.前臂内侧皮神经；13.尺神经，来自C_8—T_2；内侧索最后参加组成正中神经。后索发出；14.肩胛下神经，来自C_{5-7}；15.胸背神经，来自C_{5-7}；16.腋神经，来自C_{5-7}；17.桡神经，来自C_5—T_1。

3.腰骶丛（plexus lumbosacralis（图3）　3种叶猴的腰丛和骶丛组成一完整的腰骶神经丛。它由下6条腰神经和上2条骶神经（L_{2-7}和S_{1-2}）的腹侧支组成，但在3例菲氏叶猴中L_2不参加。除发出短肌支到腰肌和尾肌外，发出如下分支：1.髂腹下神经，来自L_2；2.髂腹股沟神经来自L_2，但在1例黑叶猴中来自$L_{2、3}$；3.生殖股肌经，来自L_3，但在1例菲氏叶猴中来自L_4；4.股外侧皮神经，由$L_{3、4}$组成；5.股神经，由L_{3-5}组成；6.闭孔神经，由L_{3-5}组成；但在1例黑叶猴和1例菲氏叶猴中由L_{4-6}组成；7.臀上神经，来自L_{5-7}；8.梨状肌神经，来自L_{5-7}；9.臀下神经，来自L_{5-7}；10.坐骨神经，由L_{5-7}和S_1组成，但在1例黑叶猴和1例菲氏叶猴中没有L_5纤维；11.屈股神经，由坐骨神经分出；12.耻坐股神经，由坐骨神经分出；13.股后皮神经，由L_7和S_1组成；14.阴部神经，由$S_{1、2}$组成。

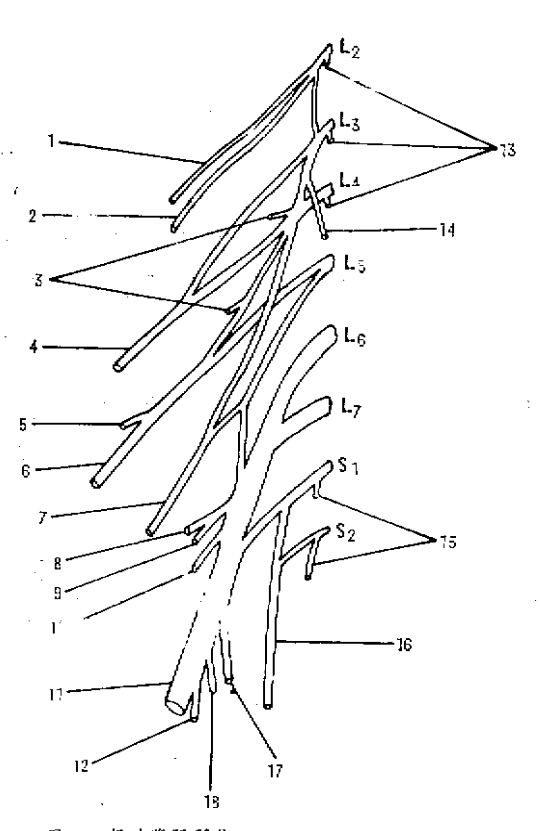


图3　银叶猴腰骶丛

Fig. 3　Lumbosacral plexus of *Presbytis cristatus*

1.髂腹下神经　2.髂腹股沟神经　3.腰大肌支　4.股外侧皮神经　5.髂肌支　6.股神经　7.闭孔神经　8.臀上神经　9.梨状肌神经　10.臀下神经　11.坐骨神经　12.屈股神经　13.腰小肌支　14.生殖股神经　15.至尾屈肌　16.阴部神经　17.股后皮神经　18.耻坐股神经

讨　论

1.颈丛　从图1和表1可以看出，3种叶猴的颈神经丛结构较简单，由C_{1-4}组成，与灵长类的多数种类相一致，各颈丛神经按一定顺序发出，只是在一些神经的组成上稍有差异。

在3种叶猴的18例标本中，仅在2例黑叶猴和1例银叶猴中发现枕小神经，黑叶猴中的出现率为20%。在其他标本中枕小神经分布区由耳大神经的分支支配。据Ayer(1948)，长尾叶猴的枕小神经象人的一样支配耳后。他引Bolk的观点，"这条神经作为一条独立的神经通常是不存在的，在黑白疣猴和长鼻猴中没有发现过，而在长臂猿中则存在"。他又指出，"然而，Polok (1908) 在橄榄疣猴中描述了这条神经"。在我们观察过的3种金丝猴中，滇金丝猴和黔金丝猴存在这条神经，而在川金丝猴中没有发现（叶智彰等，1983，1987）。

3种叶猴的膈神经组成包括C_{3-6}。据Hill (1955, 1966) 和Sonntag (1924)，在灵长类中，膈神经一般由C_{3-5}组成，从低等的跗猴到人类，C_4是恒定的，其他神经根常有变化。又据Hill (1974)，在同一种类的不同个体中，也是有变化的，如狨猴，C_3占8.5%；C_4占100%；C_5占95%；C_6占18%。从我们观察的10例黑叶猴20条膈神经的统计看，C_3为50%；C_4为100%；C_5为100%；C_6为75%，其中C_4和C_5为恒定成分。与长尾叶猴膈神经来自C_{3-5}相比，我们观察的3种叶猴均有来自C_6的纤维。

3种叶猴的舌下袢由C_{1-3}或C_{1-4}组成，但在1例黑叶猴中未见。据叶智彰等 (1983, 1987)，在3种金丝猴的12个颈丛中，仅发现2个舌下袢，均由C_{1-2}组成。据Ayer (1948)，舌下袢存在于Bolk解剖过的全部猿类中，但在橄榄疣猴中是不存在的。从表1中还可看出，除金丝猴和大猩猩外，其他种类还包括C_3或$C_{3、4}$。

2.臂丛 从图2和表1中可以看出，3种叶猴与灵长类臂丛的典型结构相一致，分根、干、索3段。主要特征如下：（1）3种叶猴臂丛包含了少量C_4和T_2纤维，但3例黑叶猴和2例菲氏叶猴中缺乏C_4成分。据Ayer (1948)，"Harris (1939) 指出，作为灵长类的标准臂丛，第5颈神经是恒定存在的，但第2胸神经是很易变化的。其差异主要是前位和后位。在低等类群中，如狐猴等，臂丛是显著后位的，在猴科、卷尾猴科和最后在类人猿中，总的来看，臂丛变为前位。大猩猩在全部灵长类的构成类型中是最前位的，第1胸神经贡献很小，而第4颈神经发一大支到臂丛"。Ayer又指出，长尾叶猴的臂丛包括来自C_4和T_2的少量纤维，占据着前位型与后位型两种极端类型之间的中间位置。他的这一结论也适用于我们的3种叶猴。从表1中还可看出，Miller (1934) 对狐猴臂丛组成的记述与Ayer(1948)引述的观点不同。（2）3种叶猴臂丛为三干三索结构。据Miller (1934)，灵长类臂丛的结合形式一般可归纳为3种类型：狐猴臂丛只结合为二干三索，阔鼻猴类和长臂猿结合为三干二索，其他灵长类一般结合为三干三索。据刘瑞麟等 (1982)，猴科的臂丛虽然结合为三干三索，但其后索并并不像人类那样由3条背支直接合并成单一的索，实际上只是由3条背支远端互相连成的两个神经袢，即颅侧和尾侧神经袢。类人猿的后索表现为猴科与人类的中间过渡形式，它们的两个神经袢已逐渐靠近，在黑猩猩中已合并为单一的索。我们观察的3种叶猴和Ayer (1948) 的长尾叶猴臂丛均为三干三索结构，后索均连成两个神经袢，具上述猴类共同特征。（3）在灵长类中，胸前神经袢通常由外侧索发一胸前外侧神经和由内侧索发一胸前内侧神经连结而成。在我们观察的3种叶猴中，胸前外侧神经有2条，其中1条不参加胸前神经袢，直接到胸大肌。这种情况与长尾叶猴 (Ayer, 1948)、3种金丝猴（叶智彰，1987），和大猩猩 (Miller, 1934; Raven, 1950) 相同。据Miller

表1　一些灵长类脊神经丛组成和部分神经的比较

Tab. 1　Comparison of the spinal nervous plexus in some primates

	颈丛				臂丛		
	颈丛组成	枕小神经	膈神经	舌下袢	臂丛组成	胸长神经	胸前神经
狐猴					$C_4—T_1$	C_{6-7}	$C_7—T_1$
跗猴					$C_5—T_1$	C_{5-7}	$C_5—T_1$
新大陆猴					$C_4—T_1$	C_{5-6}	C_{6-7}
猕猴	C_{2-4}	C_{2-3}	C_{3-6}或C_{4-5}	C_{2-3}	$C_5—T_2$	C_{5-8}	$C_5—T_1$
长尾叶猴	C_{1-4}	C_{2-3}或C_3	C_{3-5}	C_{1-4}	$C_4—T_2$	C_{6-7}	$C_5—T_1$
黑叶猴	C_{1-4}	(C_{2-3})	C_{4-6}或$C_{3-5(6)}$	$C_{1-3(4)}$	$C_{4(5)}—T_2$	$C_{6-7(8)}$	$C_5—T_1$
菲氏叶猴	C_{1-4}	—	$C_{3(4)-6}$	$C_{1-3(4)}$	$C_{4(6)}—T_2$	$C_{6-7(8)}$	$C_5—T_1$
银叶猴	C_{1-4}	(C_{2-3})	C_{3-6}	C_{1-3}	$C_4—T_2$	C_{6-8}	$C_5—T_1$
川金丝猴	C_{1-4}	—	$C_{3(4)-5}$	—	$C_5—T_1$	C_7	$C_5—T_1$
滇金丝猴	C_{1-4}	C_{2-3}	C_{3-5}	C_{1-2}	$C_{4(5)}—T_1$	$C_{6(-7)}$	$C_5—T_1$
黔金丝猴	C_{1-4}	C_3	$C_{4-5(6)}$	C_{1-2}	$C_5—T_1$	$C_{6-7(8)}$	$C_5—T_1$
长臂猿	C_{2-4}	C_3	C_{4-5}	C_{2-3}	$C_4—T_1$	$C_{5(6)-7}$	$C_{5-7(8)}$
猩猩					$C_4—T_1$	C_{5-7}	$C_5—T_1$
大猩猩	C_{1-4}	C_3	C_{3-5}	C_{1-2}	$C_4—T_1$	C_{6-7}	$C_5—T_1$
黑猩猩					$C_4—T_1$	C_{5-7}	$C_5—T_1$
人	C_{1-4}	C_{2-3}或C_2	$C_{3(4)-5}$	C_{2-3}	$C_5—T_1$	C_{5-7}	$C_5—T_1$

臂丛	腰骶丛					
正中神经	腰神经数目	腰骶丛组成	髂腹股沟神经	生殖股神经	坐骨神经	作者
$C_5—T_1$						Miller, 1934
$C_5—T_1$						Miller, 1934
$C_6—T_1$						Miller, 1934
$C_5—T_1$	7	$L_{(1)2}—S_2$	L_2或L_{2-3}	L_2或L_{2-3}	$L_4—S_1$ 或$L_5—S_2$	Hartman, 1933; 叶智彰等，1985
$C_5—T_1$	7	$L_2—S_2$	L_3	L_{3-4}	$L_5—S_1$	Ayer, 1948
$C_5—T_1$	7	$L_2—S_2$	L_3	L_3	$L_{5(6)}—S_1$	本文作者
$C_5—T_1$	7	$L_{2(3)}—S_2$	L_2	$L_{3(4)}$	$L_{5(6)}—S_1$	本文作者
$C_5—T_1$	7	$L_2—S_2$	L_2	L_3	$L_5—S_1$	本文作者
$C_5—T_1$	7	$L_2—S_2$	L_{2-3}或L_3	L_{3-4}	$L_5—S_2$	叶智彰等，1987
$C_5—T_1$	7	$L_2—S_2$	L_{2-3}	L_3	$L_5—S_1$	叶智彰等，1987
$C_5—T_1$	7	$L_3—S_2$	L_2	L_3	$L_5—S_1$	叶智彰等，1987
$C_5—T_1$	5	(T_{14})$L_1—S_2$	$T_{14}—L_1$或L_1	L_1	$L_3—S_2$	吴新智等，1978; Kana., 1954
$C_5—T_2$	4	$L_1—S_2$	L_1	L_1	$L_1—S_2$	Sonntag, 1924
$C_5—T_1$	4	$L_1—S_3$	L_1	L_1	$L_3—S_2$	Raven, 1950
$C_5—T_1$	4	$T_{12}—S_{2(3)}$	$T_{12}—L_1$	$T_{12}—L_1$	$L_3—S_3$	Swindler, 1973
$C_{(5)6}—T_1$	5	$T_{12}—S_4$	$T_{12}—L_1$	$T_{12}—L_2$或L_{1-2}	$L_4—S_2$	Davies, 1962

(1934)，新大陆猴的胸前神经不形成袢，而狐猴、跗猴、旧大陆猴以及全部类人猿和人都形成胸前神经袢。

3.腰骶丛 从图3和表1中可以看出，3种叶猴腰骶丛的组成差异很小，与其他灵长类相比较，主要特征如下：(1) 3种叶猴腰骶丛的组成及各条神经的来源与有7个腰椎和3个骶椎的其他猴类相似，而与有4—5个腰椎和5—6个骶椎的猿类和人类有别。据Ayer(1948)，长尾叶猴的腰骶丛由L_2—S_2组成，这与我们观察的3种叶猴相同。(2) 与其他灵长类一样，叶猴腰骶丛各条神经也是按相同的顺序发出的。在长尾叶猴中，Ayer (1948) 没有记述髂腹下神经，而髂腹股沟神经则发自L_3。在我们观察的3种叶猴中，这2条神经均发自L_2，仅1例黑叶猴中髂腹股沟神经发自$L_{2、3}$。(3)像其他猴类那样，我们观察的3种叶猴存在屈股神经和耻坐股神经。在长尾叶猴中Ayer(1948)只记述了屈股神经。在猿类中不存在耻坐股神经，而在人类中这2条神经均不存在。一般来说，支配神经的分离往往意味着被支配肌肉发生了独立分化，而肌肉在生理功能上的协作，则又导致同一肌群的支配神经合并为共干。所以，这2条神经的存在，也许是猴类在演化过程中适应树栖生活的结果。

参考文献

刘瑞麟，叶智彰，彭燕章等．1982．金丝猴 (*Rhinopithecus*) 的臂神经丛．动物学研究，3(4):359—370.

叶智彰，刘瑞麟，彭燕章等等．1983．金丝猴(*Rhinopithecus*)脊神经丛的组成．兽类学报，3(2):119—129.

叶智彰，彭燕章，张耀平等．1987．金丝猴解剖．昆明：云南科技出版社．

叶智彰，彭燕章，张耀平．1985．猕猴解剖．北京：科学出版社．

吴新智，叶智彰等（长臂猿解剖组）．1978．长臂猿解剖，北京：科学出版社．

Ayer, A. A. 1948. The anatomy of *Semnopithecus entellus*. Indian publishing house Ltd., Madras.

Davies, D.V. *et al*. 1962. Gray's anatomy. Great Britain by Robert Maclenhose and Co. Ltd The university Press, Glasgow.

Hartman, C.G. and W. L. Straus, Jr. 1933. The anatomy of the rhesus monkey. Noble Offset Printers, Inc. New York.

Hill, W. C. O. 1955. Primates: Comparative anatomy and taxonomy vol. 2; Haploahini: Tarsioidea. Edinburgh Univ. Press.

Hill, W. C. O. 1966. Ibid: vol. 4; Catarrhini Cercopithecidea, Cercopithecinae.

Hill, W. C. O. 1974. Ibid: vol. 7 Cynopithecinae.

Kanagasuntheram, R. 1954. Observations on the anatomy of the Hoolock Gibbon-Contd. *Ceylon J. Sic.*, 5(2):69—115.

Miller. R.A. 1934. Comparative studies upon the morphology and distribution of the brachial plexus. *Amer. J. Anat.*, 54:143—177.

Raven, J.C. *et al*. 1950. The anatomy of the *Gorilla*. Columbia Univ. Press, New York.

Sonntag, C.F. 1924. On the anatomy physiology, and pathology of Orang-Outan. *Proc. Zool. Soc.* London, 24:349—450.

Swindler, D. R. and O. D. Wood. 1973. An atlas of primate gross anatomy. Baboon, Chimpanzee, and man. Univ. Wash. Press, Seattle and London.

COMPARATIVE STUDY OF THE SPINAL NERVOUS PLEXUS ON THREE SPECIES OF THE GENUS *PRESBYTIS*

Ye Zhizhang Pan Ruliang Peng Yanzhang Wang Hong Yu Fahong

(Primatology Department, Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica 660107)

From a comparison of the anatomic records of the spinal nerve plexuses in the three species of leaf monkeys with each other and other primates, we can draw the following conclusions:

1. The cervical plexus is comprised of C_{1-4}.

2. The n. phrenicus includes C_{3-6} and contain the elements of C_{4-5} in all specimens.

3. C_{1-3} or C_{1-4} comprise the ansa hypoglossi, except one specimen of francois' leaf monkey.

4. The n. occipitals minor was found in one and tow spceimens of silvered and francois' leaf monkeys, respectively, but in the others *Presbytis* species, it was replaced by branches of n. auricularis magnus.

5. The brachial plexus in the three species of leaf monkesy, like that in the *P. entellus* occupies an intermediate position between the extreme types of post-fixation and pre-fixation, comprising C_4—T_2 except in three and two specimens of francois' and pharye's teaf monkeys. The structure of three trunks and three cords with two loops in the posterior cords is comparable to that in other Old World monkeys.

6. The brachial plexus includes two lateral pectoral nerves, one of them does not join with pectoral sling.

7. L_{2-7} and S_{1-2} comprise the lumbosacral plexus, but without L_2 in three spicimens of phayre's leaf monkeys.

8. As in other species of the Cercopithecoidea the lumbosacral plexus give rise to n. pubo-ischiofemoralis and n. flexores femoris.

Key words: Francois' leaf monkey (*Presbytis francoisi*); Phayre's leaf monkey (*P. phayrei*); Silvered leaf monkey (*P. cristata*), Spinal nervous plexus

---

* The project was supported by National Natural Science Foundtion of China.